



⑲ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 41 14 030 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 T 1/208**  
G 01 T 1/40  
G 01 F 23/22

⑳ Aktenzeichen: P 41 14 030.3-33  
㉔ Anmeldetag: 29. 4. 91  
㉕ Offenlegungstag: —  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 9. 92

DE 41 14 030 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:

Laboratorium Prof. Dr. Rudolf Berthold GmbH & Co,  
7547 Wildbad, DE

㉘ Vertreter:

Mayer, F., Dipl.Agr.-Ing. Dr.Agr.; Frank, G.,  
Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 7530 Pforzheim

㉙ Erfinder:

Evers, Dieter, Dr., 7541 Straubenhardt, DE

㉚ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 18 09 520 C3  
CH 6 65 291 A5

㉛ Verfahren zur automatischen Driftstabilisierung bei der Strahlungsmessung mit einem Detektor

㉜ Ein Verfahren zur automatischen Driftstabilisierung bei der Strahlungsmessung mit einem Detektor benutzt den Energieverlust der natürlichen Höhenstrahlung oder einer Komponente derselben zur Nachregelung der Verstärkung zur Korrektur des Meßergebnisses. Dadurch können alle zur Verstärkungsschwankung beitragenden Effekte wie Temperatur oder alterungsbedingte Fluoreszenzausbeute-Schwankungen, Lichtschwächungsänderungen im Szintillator ebenso kompensiert werden wie Schwankungen im nachgeschalteten Detektor oder der nachgeschalteten sonstigen elektronischen Bauteile, ohne daß zusätzliche, externe Strahlungsquellen zur Kalibrierung eingesetzt werden müßten oder die Meßstrahlungsquelle selbst hierzu dienen muß.

DE 41 14 030 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein gattungsgemäßes Verfahren ist aus der DE-PS 18 09 520 bekannt; bei diesem Verfahren wird eine Schwelle S einer Impulsgröße G definiert, so daß die Anzahl (Rate) derjenigen Impulse, deren Größe über diesem Schwellenwert S liegt, mit Hilfe eines Integraldiskriminators "absplattbar" wird und diese Impulsrate konstant gehalten werden kann.

Dies bedeutet, daß Änderungen in der Anzahl dieser Impulse, die beispielsweise durch unerwünschte Verstärkungsänderungen in der nachgeschalteten Auswerteschaltung bedingt sind, zuverlässig eliminiert werden können, die Regelung also driftstabilisierend wirkt. Als "Orientierungspunkt" für eine solche Schwelle S sind besonders Stellen im Impulsspektrum geeignet, die an der Flanke eines Peaks liegen, da hier eine besonders empfindliche Driftstabilisierung durchgeführt werden kann.

Eine Besonderheit bei dem Verfahren nach der oben genannten Patentschrift besteht darin, daß die Meß-Strahlungsquelle selbst bzw. deren Impulshöhenverteilung zur Driftstabilisierung herangezogen wird.

Eine Stabilisierung mit einer zusätzlichen, externen Lichtquelle zeigt die CH-PS 6 65 291; hierbei wird der Szintillationsdetektor zusätzlich zu der für die eigentliche Messung verwendeten Strahlenquelle von einer weiteren Lichtquelle beschickt und zwar in modulierter Form, so daß der nachgeschaltete fotoelektrische Wandler von den von der durchstrahlenden Strahlenquelle stammenden Lichtimpulsen unterscheiden kann; hierbei wird dann die Anzahl der von der zusätzlichen Lichtquelle stammenden Referenzimpulse des fotoelektrischen Wandlers zur Stabilisierung des Szintillationsdetektors verwendet.

Die beiden geschilderten Verfahren haben ihre spezifischen Nachteile: Da das Verfahren nach DE-PS 18 09 520 die Meßstrahlungsquelle zugleich als Bezugsquelle für die Driftstabilisierung nutzt, muß immer genügend Meßstrahlungsintensität den Detektor erreichen.

Genau das ist z. B. bei kontinuierlichen Füllstandsmessungen aber nicht gegeben. Die Meßstrahlungsintensität am Detektor schwankt stark mit dem Füllstand und wird in der Regel bei vollem Behälter vollständig absorbiert.

Bei radiometrischen Füllstandsmessungen werden neben NaJ-Szintillatoren und einem Stabstrahler auch großvolumige Plastiksintillatoren in Stabform mit Längen bis zu 2m und Punktstrahler eingesetzt. Während die bei Füllstandsmessungen notwendige Meßgenauigkeit keine Driftstabilisierung bei NaJ-Detektoren erfordert, ist diese wegen der geringeren Fluoreszenzausbeute und schlechteren Lichtsammlung bei den großvolumigen Plastiksintillatoren notwendig.

Der Wunsch nach der Verwendung großvolumiger Plastik-Szintillatoren mag zur Lösung der CH-PS 6 65 291 mit der zusätzlichen, externen Referenzlichtquelle geführt haben; diese Lösung ist jedoch apparativ recht aufwendig wegen der erforderlichen zusätzlichen elektronischen Bauteile.

Aufgabe der Erfindung ist daher eine Weiterbildung dieser beiden Verfahren zur Driftstabilisierung, mit der diese wesentlich vereinfacht wird und insbesondere bei Plastiksintillatoren eingesetzt werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gemäß dem

kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht also darin, weder die Meß-Strahlungsquelle selbst (DE-PS 18 09 520), noch eine separate, externe Strahlungsquelle (CH-PS 6 65 291) einzusetzen, sondern die immer vorhandene, natürliche Höhenstrahlung, die mit einem spezifischen Energieverlust von ca. 1,7 MeV/g/cm<sup>2</sup> beispielsweise in einem Plastiksintillator der Dicke 1 cm einen Energieverlust von etwa 2 MeV erleidet und folglich einen entsprechenden Peak im Impulshöhenspektrum des mit dem Fotomultiplier nachweisbaren Szintillationslichts verursacht. Dieser Peak liegt weit über der für radiometrische Transmissionsmessungen benutzten Nutzstrahlung; die Intensität dieses Peaks ist zwar nur gering, sie wird jedoch durch keinerlei sonstige Strahlung beeinflusst und kann folglich zur Driftstabilisierung benutzt werden, durch Setzen der oben erläuterten Schwelle in den Bereich dieses Peaks bzw. von dessen Flanke. Hierbei werden alle zur Verstärkungsschwankung beitragenden Effekte wie Temperatur oder alterungsbedingte Fluoreszenzausbeuteschwankungen, Lichtschwächungsänderungen im Szintillator ebenso kompensiert wie Schwankungen im nachgeschalteten Detektor zum Nachweis des aus dem Szintillator austretenden Szintillationslichts, sowie der nachgeschalteten elektronischen Bauteile.

Ein Ausführungsbeispiel einer Meßanordnung, mit der das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt werden kann und das Verfahren selbst werden anhand von Zeichnungen näher erläutert, es zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung der Meßanordnung zur Durchführung einer Füllstandsmessung.

Fig. 2 ein Beispiel eines Impulshöhenspektrums mit einer Co-60-Meßstrahlungsquelle und senkrechttem Plastik-Szintillator gemäß Fig. 1.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Meßanordnung durchstrahlt eine Meßstrahlungsquelle 10, beispielsweise ein Co-60-Strahler ein Gefäß 11, in dem Flüssigkeit enthalten ist, deren Füllhöhe in diesem Gefäß 11 bestimmt werden soll. Je nach Füllhöhe erreicht ein bestimmter Teil dieser Strahlung den Detektor 12, einen Plastiksintillator, der entsprechende Lichtimpulse mit einem bestimmten Spektrum abgibt, die von einem nachgeschalteten Fotomultiplier 13 gewandelt werden.

Die nachfolgende Schaltung, elektronischer Verstärker 14, Amplituden-Diskriminator 15 und 17, Anzeigeeinheit 16, Regeleinheit 18 und Hochspannungsversorgung 19 entsprechen im wesentlichen den Komponenten bei der DE-PS 18 09 520.

Der Einsatz dieser Meßanordnung nutzt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die in Fig. 1 schematisch angedeutete Höhenstrahlung M aus, die ebenfalls vom Szintillator 12 aufgefangen und in entsprechende Lichtimpulse umgewandelt wird. Hierbei entsteht weit außerhalb des Spektrums der Co-60-Quelle 10 (Fig. 2A) bei Verwendung eines senkrecht angeordneten Plastik-Stabsintillators 12 von 48 mm Durchmesser und 750 mm Länge ein Peak, der durch die Höhenstrahlung M bzw. deren harter Komponente bei etwa 10 MeV (Fig. 2B) verursacht wird.

Die Zählrate im Bereich des "10 MeV"-peaks beträgt etwa 5 lps. Sie ist vollkommen frei von sonstiger Strahlung und eignet sich daher zur Driftstabilisierung. Eine auf diesen "Höhenstrahlungspeak" oder in deren Flankenbereich gesetzte Integralschwelle S kann daher (beispielsweise anstelle einer entsprechenden Schwelle S im Spektrum der Fig. 2A) zur Driftstabilisierung benutzt werden, wobei es lediglich einer entsprechenden Um-

stellung der elektronischen Bauteile nach der DE-PS  
18 09 520 bedarf.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Driftstabilisierung  
bei der Strahlungsmessung mit einem Detektor,  
dessen Impulsamplitudenintegral ein Maß für die  
von ihm absorbierte Strahlungsenergie ist, unter  
Verwendung von dem Detektor nachgeschalteten  
Regeleinrichtungen, die unter Bezugnahme auf ei-  
ne definierte Schwelle im Impulsamplitudenspek-  
trum die Verstärkung derart nachregeln, daß die  
Rate aller Impulse mit im Vergleich zur Schwelle  
größerer Impulshöhe konstant gehalten wird und  
dadurch das Meßergebnis entsprechend korrigiert  
wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schwelle  
(S) im Impulsamplitudenspektrum (I) an einem Pe-  
ak orientiert ist, der vom Energieverlust der natür-  
lichen Höhenstrahlung oder einer Komponente  
derselben im Detektor(12) verursacht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Schwelle (S) auf das Maximum des  
Peaks im Impulsamplitudenspektrum gelegt ist, der  
von den hochenergetischen Muonen im natürlichen  
Höhenstrahlungsspektrum verursacht ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Strahlungsmessung eine Fluores-  
zenzmessung ist, mit einem Plastiksintillator als  
Detektor und einem nachgeschalteten Fotomulti-  
plier als Verstärker.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß zur Durchführung von Füllstands-  
messungen der Plastiksintillator in Stabform aus-  
geführt ist, mit einer Dicke von etwa 5 cm.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

